

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-243451

(43)Date of publication of application : 28.08.2002

(51)Int.Cl.

G01C 19/56

G01P 9/04

G01P 21/02

H01L 41/08

(21)Application number : 2001-041336

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 19.02.2001

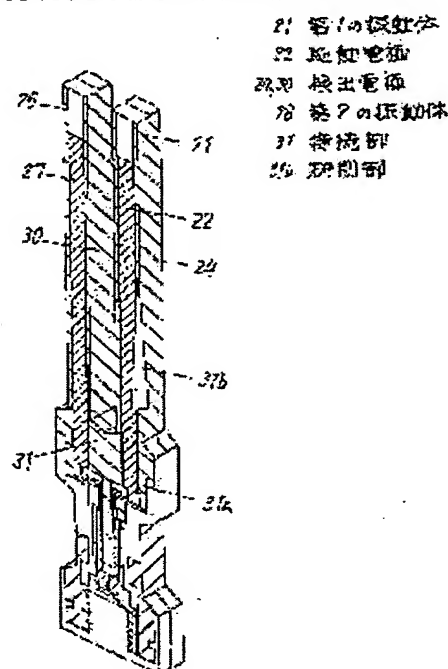
(72)Inventor : OMAWARI TOMOMASA
TSUBONOUCHI HIROYUKI

(54) ANGULAR VELOCITY SENSOR AND ITS CHARACTERISTICS ADJUSTING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an angular velocity sensor and its characteristics adjusting method which improves its output characteristics so that the weights of a first and second oscillators can be balanced strictly.

SOLUTION: A cut 31b having a surface roughness of 2 μ m or less is provided on the ridge of a first oscillator 21 and/or the ridge of a second oscillator 26 so that the weight balance of the first and second oscillators 21, 26 can be adjustable strictly.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of
rejection][Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-243451
(P2002-243451A)

(43) 公開日 平成14年8月28日 (2002.8.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
G 0 1 C 19/56		G 0 1 C 19/56	2 F 1 0 5
G 0 1 P 9/04		G 0 1 P 9/04	
	21/02	21/02	
H 0 1 L 41/08		H 0 1 L 41/08	Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-41336(P2001-41336)

(22) 出願日 平成13年2月19日 (2001.2.19)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 大廻 智正

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 坪ノ内 浩幸

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

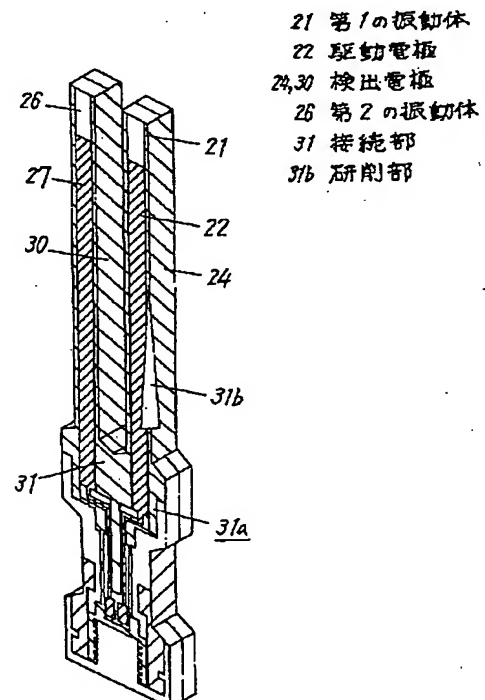
Fターム(参考) 2F105 AA02 AA03 BB15 CC01 CC04
CD02 CD06 CD11

(54) 【発明の名称】 角速度センサおよびその特性調整方法

(57) 【要約】

【課題】 第1の振動体と第2の振動体との重量バランスを厳密に釣り合わせることが可能な出力特性の向上した角速度センサおよびその特性調整方法を提供することを目的とするものである。

【解決手段】 第1の振動体21と第2の振動体26のいずれか一方、もしくは両方の稜線に表面粗さが2 μ m以下の研削部31bを設け、第1の振動体21と第2の振動体26との重量バランスを厳密に調整できることが可能な構成とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動電極と検出電極のいずれか一方もしくは両方を設けた第1の振動体と、検出電極と駆動電極のいずれか一方もしくは両方を設けた第2の振動体と、前記第1の振動体の一端部と前記第2の振動体の一端部とを接続する接続部とを備え、前記第1の振動体と第2の振動体のいずれか一方もしくは両方の稜線に表面粗さが $2\mu\text{m}$ 以下の研削部を設けた角速度センサ。

【請求項2】 駆動電極と検出電極のいずれか一方もしくは両方を設けた第1の振動体と、検出電極と駆動電極のいずれか一方もしくは両方を設けた第2の振動体と、前記第1の振動体の一端部と前記第2の振動体の一端部とを接続する接続部とを少なくとも備えた角速度センサにおける特性調整方法であって、前記角速度センサに角速度を付与しない状態で、前記第1の振動体あるいは第2の振動体における駆動電極に交流電圧を印加したときの検出電極からの出力信号が略零となるように、第1の振動体あるいは第2の振動体における稜線に研磨材を埋め込んだテープを摺動させて研削部を設けた角速度センサの特性調整方法。

【請求項3】 第1の振動体と第2の振動体のいずれか一方、もしくは両方の稜線にテープを一定の力で押圧させながら摺動するように、テープにテンションローラを負荷させた請求項2記載の角速度センサの特性調整方法。

【請求項4】 テープを第1の振動体および第2の振動体の長手方向に対して斜めの角度に当接させることにより、第1の振動体および第2の振動体における接続部側に大きな外力が加わるようにした請求項2記載の角速度センサの特性調整方法。

【請求項5】 駆動電極と検出電極のいずれか一方もしくは両方を設けるとともに稜線に研削部を設けた第1の振動体と、検出電極と駆動電極のいずれか一方もしくは両方を設けるとともに稜線に研削部を設けた第2の振動体と、前記第1の振動体の一端部と前記第2の振動体の一端部とを接続する接続部と、この接続部を固着するとともに前記第1の振動体および第2の振動体における駆動電極あるいは検出電極と電気的に接続された端子を設けた基台と、この基台を覆うとともに前記第1の振動体、第2の振動体および接続部を収納するカバーとを備え、前記基台における第1の振動体および第2の振動体における研削部の下側に位置して特性調整用のテープが通過する逃がし部を設けた角速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、航空機、車両等の移動体の姿勢制御やナビゲーションシステム等に用いられる角速度センサおよびその特性調整方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のこの種の角速度センサとしては特開平11-351874号公報に開示されたものが知られている。

【0003】以下に従来の角速度センサについて、図面を参照しながら説明する。

【0004】図13は従来の角速度センサの斜視図である。

【0005】図13において、1は例えば水晶からなる第1の振動体で、この第1の振動体1における外側面には、第1の検出電極2を設けるとともに、表面に第1の駆動電極3を設けている。4は第2の振動体で、外側面には第2の検出電極（図示せず）を設けるとともに、表面に第1の振動体1における第1の駆動電極3と連続して第2の駆動電極5を設けている。6は接続部で、第1の振動体1および第2の振動体4の一端を一体に接続している。7は駆動用ワイヤーで、一端を第1の駆動電極3および第2の駆動電極5と電気的に接続されるとともに他端を駆動用ターミナル8と電気的に接続させている。9は検出用ワイヤーで、一端を第1の検出電極2および第2の検出電極（図示せず）と電気的に接続されるとともに他端を検出用ターミナル10と電気的に接続させている。

【0006】以上のように構成、組立られた従来の角速度センサについて、次に、その動作を説明する。

【0007】駆動用ターミナル8から駆動用ワイヤー7を介して第1の駆動電極3および第2の駆動電極5に交流電圧を印加させると、第1の駆動電極3および第2の駆動電極5により、第1の振動体1および第2の振動体4がY軸の方向に振動する。そして、この振動状態において、Z軸を中心として角速度センサに角速度が付与されると、第1の振動体1および第2の振動体4にコリオリ力が生じ、第1の振動体1および第2の振動体4がX軸方向に変形する。そして、この変形により生じた電荷を第1の検出電極2および第2の検出電極（図示せず）から出力し、検出用ワイヤー9および検出用ターミナル10を介して、相手側コンピュータ（図示せず）等に入力し、角速度を検出するものである。

【0008】ここで、角速度センサにおける第1の振動体1と第2の振動体4の重量のバランスが釣り合っていない場合を考えると、角速度が角速度センサに加わっていない状態においても、重量バランスの不釣り合いにより、第1の振動体1および第2の振動体4がX軸方向に変位することとなり、その結果、第1の検出電極2および第2の検出電極（図示せず）に電荷が生じるものであった。

【0009】そこで、従来の角速度センサにおいては、図14に示すように、第2の振動体4および接続部6における稜線をリユータ11により削り、第2の振動体4および接続部6における稜線に研削部12を設け、この研削部12の増減により、第1の振動体1および第2の

振動体4の重量バランスを釣り合わせるものであった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の角速度センサにおいては、第2の振動体4および接続部6における稜線をリュータ11の回転により研削して研削部12を設けたため、リュータ11の微小な偏芯により第2の振動体4および接続部6における稜線に設けた研削部12の表面粗さが実力値で約5 μ mと粗くなり、(表1)に示すように、角速度を付与しない状態での出力電圧が ± 10 mVとなるから、角速度センサの出力特性が劣化してしまうという課題を有していた。

【0011】

【表1】

資料番号	表面粗さ R _{max}	角速度を付与しない 状態での出力電圧V
1	4.8 μ m	+6.2mV
2	4.6 μ m	+8.2mV
3	4.9 μ m	+9.4mV
4	4.7 μ m	-7.1mV
5	4.7 μ m	-5.4mV

【0012】本発明は上記従来の課題を解決するもので、第1の振動体と第2の振動体との重量バランスを厳密に釣り合わせることが可能な出力特性の向上した角速度センサおよびその特性調整方法を提供することを目的とするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の角速度センサおよびその特性調整方法は、駆動電極と検出電極のいずれか一方、もしくは両方を設けた第1の振動体と、検出電極と駆動電極のいずれか一方、もしくは両方を設けた第2の振動体と、前記第1の振動体の一端部と前記第2の振動体の一端部とを接続する接続部とを備え、第1の振動体と第2の振動体のいずれか一方、もしくは両方の稜線に表面粗さが2 μ m以下の研削部を設けたもので、この構成によれば、第1の振動体と第2の振動体との重量バランスを厳密に釣り合わせることが可能な出力特性の向上した角速度センサおよびその特性調整方法を提供することができるものである。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、駆動電極と検出電極のいずれか一方もしくは両方を設けた第1の振動体と、検出電極と駆動電極のいずれか一方もしくは両方を設けた第2の振動体と、前記第1の振動体の一端部と前記第2の振動体の一端部とを接続する接続部とを備え、第1の振動体と第2の振動体のいずれか一方もしくは両方の稜線に表面粗さが2 μ m以下の研削部を設けたもので、この構成によれば、第1の振動体と第2の振動体との重量バランスを厳密に調整することが可能となったため、角速度センサに角速度が加わらない状態においては、第1の振動体および第2の振動体

に駆動方向以外の外力が加わらないこととなり、正確な角速度を検出することができるという作用を有するものである。

【0015】請求項2に記載の発明は、駆動電極と検出電極のいずれか一方もしくは両方を設けた第1の振動体と、検出電極と駆動電極のいずれか一方もしくは両方を設けた第2の振動体と、前記第1の振動体の一端部と前記第2の振動体の一端部とを接続する接続部とを備えた角速度センサの特性調整方法であって、角速度センサに角速度を付与しない状態で、第1の振動体あるいは第2の振動体における駆動電極に交流電圧を印加したときの検出電極からの出力信号が略零となるように、第1の振動体あるいは第2の振動体における稜線に研磨材を埋め込んだテープを摺動させて研削部を設けた調整方法で、この方法によれば、テープに過大な外力が加わった場合には、テープの持つ柔軟性により第1の振動体あるいは第2の振動体に加わる外力を吸収することが出来るため、第1の振動体あるいは第2の振動体に均一で安定した負荷をかけることができることとなり、負荷をかけている際に第1の振動体および第2の振動体が破損するということがなくなるという作用を有するものである。

【0016】請求項3に記載の発明は、第1の振動体と第2の振動体のいずれか一方、もしくは両方の稜線にテープを一定の力で押圧させながら摺動するように、テープにテンションローラを負荷させた特性調整方法で、この方法によれば、瞬間的に第1の振動体あるいは第2の振動体に過大な外力が負荷されるということが無くなり、特性の調整中に第1の振動体および第2の振動体が破損することを防止することができるという作用を有するものである。

【0017】請求項4に記載の発明は、テープを第1の振動体および第2の振動体の長手方向に対して斜めの角度に当接させることにより、第1の振動体あるいは第2の振動体における接続部側に大きな外力が加わるようにした特性調整方法で、この方法によれば、特性の調整中に第1の振動体あるいは第2の振動体における接続部側はほとんど撓まないため、第1の振動体あるいは第2の振動体が研削する外力から逃げてしまうということがなくなり、第1の振動体あるいは第2の振動体における稜線に確実に研削部を設けることができるという作用を有するものである。

【0018】請求項5に記載の発明は、駆動電極と検出電極のいずれか一方もしくは両方を設けるとともに稜線に研削部を設けた第1の振動体と、検出電極と駆動電極のいずれか一方もしくは両方を設けるとともに稜線に研削部を設けた第2の振動体と、前記第1の振動体の一端部と前記第2の振動体の一端部とを接続する接続部と、この接続部を固着するとともに前記第1の振動体および第2の振動体における駆動電極あるいは検出電極と電気的に接続された端子を設けた基台と、この基台を覆うと

ともに前記第1の振動体、第2の振動体および接続部を収納するカバーとを備え、前記基台における第1の振動体および第2の振動体における研削部の下側に位置して特性調整用のテープが通過する逃がし部を設けたもので、この構成によれば、逃がし部にテープを配設することができるため、第1の振動体あるいは第2の振動体における稜線に当接するテープに対して基台が障害になるということがなくなり、これにより、適正な角度で、第1の振動体あるいは第2の振動体における稜線にテープを当接させることができるという作用を有するものである。

【0019】以下、本発明の一実施の形態における角速度センサについて、図面を参照しながら説明する。

【0020】図1は本発明の一実施の形態における角速度センサの分解斜視図、図2は同側断面図、図3は同要部である音叉を表側から見た斜視図、図4は同要部である音叉を裏側から見た斜視図である。図5は同要部である回路基板のブロック図である。

【0021】図1～図5において、21は互いに結晶軸の異なる単結晶の水晶製の薄板を貼り合わせた第1の振動体で、表面には図3に示すように第1の駆動電極22を設け、かつ裏面には図4に示すように第2の駆動電極23を設け、そして外側面には金からなる第1の検出電極24を設け、さらに内側面には金からなる第2の検出電極25を設けている。26は互いに結晶軸の異なる単結晶の水晶製の薄板を貼り合わせた第2の振動体で、この第2の振動体26の表面には金からなるモニター電極27を設け、かつ裏面には第3の駆動電極28を設け、そして外側面には第3の検出電極29を設け、さらに内側面には第4の検出電極30を設けている。31は水晶からなる接続部で、この接続部31は第1の振動体21および第2の振動体26の一端を接続するものである。そして、第1の振動体21、第2の振動体26および接続部31により音叉31aを構成している。また、音叉31aにおける第1の振動体21の表側の稜線に表面粗さが2μm以下である研削部31bを設け、この研削部31bにより、第1の振動体21および第2の振動体26の重量のバランスを調整している。32は金属製の第1の基台で、接続部31を固着するとともに、6つの端子挿入孔33を設けており、そしてこの端子挿入孔33には、第1の駆動電極22、第2の駆動電極23、第3の駆動電極28、モニター電極27、第1の検出電極24、第2の検出電極25、第3の検出電極29および第4の検出電極30と電気的に接続される6つの端子34を挿通させている。また、第1の振動体21および第2の振動体26の研削部31bに対向する側に位置して、図10に示すように、基台32に逃がし部32aを設けている。

【0022】35は金属製のカバーで、第1の基台32の外周部に固着されるとともに、第1の基台32とこの

カバー35の内側には第1の振動体21、第2の振動体26および接続部31からなる音叉31aを収納している。36は金属製の支持板で、第1の基台32を支持する支持部37を側面に設けており、この支持部37を第1の基台32にかしめることにより、支持板36に第1の基台32を固着しているものである。また、支持板36の長手方向の両端部には合計三つの支持突起38を設けている。39は回路基板で、この回路基板39は支持板36とほぼ平行に設けられるとともに、支持板36における支持突起38と回路基板39とをはんだ付けすることにより、回路基板39は支持板36に固着されるものである。また、回路基板39の表面には電子部品40を実装しており、この電子部品40により、第1の駆動電極22、第2の駆動電極23、第3の駆動電極28およびモニター電極27に加わる電圧を制御するとともに、第1の検出電極24、第2の検出電極25、第3の検出電極29および第4の検出電極30から発生する出力信号を処理するものである。そして、電子部品40は図5に示すような回路を構成している。

【0023】図5において、44はモニター回路で、音叉31aのモニター電極27の電荷を入力する電流アンプ45と、この電流アンプ45の出力信号を入力するモニター回路44におけるバンドパスフィルタ46と、このモニター回路44におけるバンドパスフィルタ46の出力信号を入力する整流器47と、この整流器47の出力信号を入力する平滑回路48とにより構成されている。49はAGC回路で、モニター回路44における平滑回路48の出力信号を入力し、モニター回路44におけるバンドパスフィルタ46の出力信号を増幅あるいは減衰させる。50は駆動制御回路で、AGC回路49の出力信号を入力するとともに、音叉31aにおける第1の駆動電極22、第2の駆動電極23および第4の駆動電極30に駆動信号を入力する。51は第1の電流アンプで、第1の振動体21における第2の検出電極25および第2の振動体26における第4の検出電極30にコリオリ力により発生する電荷を電圧に変換する。52は第2の電流アンプで、第1の振動体21における第1の検出電極24および第2の振動体26における第3の検出電極29にコリオリ力により発生する電荷を電圧に変換する。53は差動アンプで、第1の電流アンプ51の出力信号に第2の電流アンプ52の出力信号を反転させた信号を出力する。54はバンドパスフィルタで、差動アンプ53の出力信号を入力するとともに、所定の周波数帯域の出力信号のみを出力する。55は位相シフタで、バンドパスフィルタ54の出力信号を入力するとともに、約90度、位相を遅らせた出力信号を出力する。56は同期検波器で、位相シフタ55の出力信号を入力するとともに、モニター回路44におけるバンドパスフィルタ46と略同じ位相のみの信号を、さらに、負電荷成分を正電圧に反転させて出力する。56a

は平滑回路で、同期検波器 56 の出力信号を入力するとともに、この出力信号を平滑化して出力する。56b は直流アンプで、平滑回路 56a の出力信号を入力するとともに、この平滑回路 56a の出力信号を増幅して出力する。57 は略コ字状に構成されたゴム体で、支持板 36 の両側面を支持するとともに、このゴム体 57 には、断面積の小なる部分 59 を設けており、この断面積の小なる部分 59 によりゴム体 57 の圧縮力を低減させるように構成しているものである。60 は有底筒状の金属製のケースで、このケース 60 は、第 1 の基台 32、カバー 35、支持板 36、回路基板 39 およびゴム体 57 を収納するとともに、このケース 60 の内側面と支持板 36 の側面とにより、ゴム体 57 を圧縮するものである。61 は第 2 の基台で、ケース 60 の開口部を閉塞するとともに、七つの貫通孔 62 を設けており、そしてこれらの貫通孔 62 には回路基板 39 とフレキシブル配線板 39a を介して電氣的に接続される電源端子 63、GND 端子 64 および出力端子 65 を挿通している。

【0024】以上のように構成された本発明の一実施の形態における角速度センサについて、次にその組立方法を説明する。

【0025】まず、互いに結晶軸の異なる単結晶からなる水晶製の薄板を貼り合わせることににより第 1 の振動体 21、第 2 の振動体 26 および接続部 31 からなる音叉 31a を形成する。

【0026】次に、第 1 の振動体 21 の正面に第 1 の駆動電極 22、裏面に第 2 の駆動電極 23、外側面に第 1 の検出電極 24、内側面に第 2 の検出電極 25 をそれぞれ金の蒸着により形成するとともに、第 2 の振動体 26 の正面にモニター電極 27、裏面に第 3 の駆動電極 28、内側面に第 4 の検出電極 30、外側面に第 3 の検出電極 29 をそれぞれ金の蒸着により形成する。

【0027】次に、第 1 の基台 32 における六つの端子挿入孔 33 に六つの端子 34 を挿通させた後、それぞれの端子挿入孔 33 にガラスからなる絶縁物（図示せず）を充填し、第 1 の基台 32 に六つの端子 34 を固着する。

【0028】次に、接続部 31 を第 1 の基台 32 の上面に固着した後、第 1 の基台 32 における端子 34 を第 1 の駆動電極 22、第 2 の駆動電極 23、第 1 の検出電極 24、第 2 の検出電極 25、モニター電極 27、第 3 の駆動電極 28、第 3 の検出電極 29 および第 4 の検出電極 30 にそれぞれ金からなるリード線（図示せず）を介してワイヤーボンディングにより接続する。

【0029】次に、第 1 の基台 32 の外周部にカバー 35 を内側が真空になるように真空の雰囲気中で固着する。

【0030】次に、支持板 36 に第 1 の基台 32 を支持板 36 における支持部 37 をかしめることにより固着する。

【0031】次に、回路基板 39 に電子部品 40 を実装した後、支持板 36 における支持突起 38 をはんだ付けして、支持板 36 に回路基板 39 を固着する。

【0032】次に、第 1 の基台 32 における端子 34 を回路基板 39 における電極（図示せず）にはんだ付けして電氣的に接続する。

【0033】次に、断面積の小なる部分 59 を略コ字状のゴム体 57 に形成した後、略コ字状のゴム体 57 により回路基板 39 および支持板 36 を挟持する。

【0034】次に、第 2 の基台 61 における貫通孔 62 に電源端子 63、GND 端子 64 および出力端子 65 を挿通させた後、貫通孔 62 にガラスからなる絶縁物（図示せず）を充填し、第 2 の基台 61 に電源端子 63、GND 端子 64 および出力端子 65 を固着する。

【0035】次に、回路基板 39 を第 2 の基台 61 における電源端子 63、GND 端子 64 および出力端子 65 にそれぞれフレキシブル配線板 39a により電氣的に接続する。

【0036】次に、ケース 60 の内側に略コ字状のゴム体 57 における断面積の小なる部分 59 を棒状の治具（図示せず）で挟んで、ゴム体 57 を圧縮した後、ケース 60 の内側に、回路基板 39、支持板 36 およびゴム体 57 を収納する。

【0037】最後に、ケース 60 の開口部を第 2 の基台 61 により閉塞する。

【0038】上記のようにして組み立てられた本発明の一実施の形態における角速度センサについて、次に、その動作を図面を参照しながら説明する。

【0039】音叉における第 1 の駆動電極 22、第 2 の駆動電極 23、第 3 の駆動電極 28 に交流電圧を印加する。このとき、まず、図 6 に示すように、第 1 の振動体 21 における第 2 の駆動電極 23 に正電圧を印加するとともに、第 1 の駆動電極 22 に負電圧を印加すると、第 1 の検出電極 24 側では、水晶製の薄板における結晶軸の方向と電荷の方向が同じになるため、伸びることになるとともに、第 2 の検出電極 25 側では、結晶軸の方向と電荷の方向が反対になるため、縮むことになり、その結果、第 1 の振動体 21 は第 2 の振動体 26 側に傾く。次に、図 7 に示すように、第 1 の振動体 21 における第 2 の駆動電極 23 に負電圧を印加するとともに、第 1 の駆動電極 22 に正電圧を印加すると、第 1 の検出電極 24 側では、水晶製の薄板における結晶軸の方向と電荷の方向が反対になるため、縮むことになるとともに、第 2 の検出電極 25 側では、結晶軸の方向と電荷の方向が同じになるため、伸びることになり、その結果、第 1 の振動体 21 は外側に傾くことになり、そして、第 2 の振動体 26 における第 3 の駆動電極 28 にも同様に交流電圧を印加すると、第 1 の振動体 21 と第 2 の振動体 26 とは接続部 31 により機械的に接続されているため、第 1 の振動体 21 および第 2 の振動体 26 は接続部 31 の長

手方向に駆動方向の固有振動数で速度Vで屈曲振動する。このとき、音叉31aの駆動方向への振動状態を一定に保つために、モニター電極27に発生した電荷を、電流アンプ45に入力し、正弦波形の出力電圧に変換する。そして、このモニター電極27の出力電圧をモニター回路44におけるバンドパスフィルタ46に入力し、音叉31aの共振周波数のみを抽出し、ノイズ成分を除去した図8(a)に示すような正弦波形を出力する。そしてまた、モニター回路44におけるバンドパスフィルタ46の出力信号を整流器47に入力することにより、負電圧成分を正電圧に変換した後、平滑回路48に入力することにより、直流電圧信号に変換する。そして、AGC回路49は平滑回路48の直流電圧信号が大の場合にはモニター回路におけるバンドパスフィルタ46の出力信号を減衰させるとともに、平滑回路48の直流電圧信号が小の場合にはモニター回路におけるバンドパスフィルタ46の出力信号を増幅させるような信号を駆動制御回路50に入力し、音叉31aの振動を一定振動数になるように調整するものである。そして、音叉31aの第1の振動体21および第2の振動体26が駆動方向に速度Vで屈曲振動している状態において、音叉31aの長手方向の中心軸周りに音叉31aが角速度 ω で回転すると、この音叉31aにおける第1の振動体21および第2の振動体26に $F = 2mV\omega$ のコリオリ力が発生する。

【0040】そして、第1の振動体21の稜線に(表2)に示すように、表面粗さが $2\mu m$ 以下の研削部31bを設けたため、第1の振動体21および第2の振動体26の重量バランスを厳密に調整することが可能となる。

【0041】

【表2】

資料番号	表面粗さ R _{max}	角速度を付与しない 状態での出力電圧V
1	1.8 μm	+0.3 mV
2	1.7 μm	+1.6 mV
3	1.9 μm	+2.4 mV
4	1.8 μm	-0.9 mV
5	1.9 μm	-0.7 mV

【0042】そして、角速度センサに角速度が加わらない状態においては、第1の振動体21および第2の振動体26に振動方向以外の外力がほとんど加わらないため、角速度を付与しない状態で出力電圧が $\pm 3mV$ となり、これにより、正確な角速度を検出することができるという効果を有するものである。

【0043】そしてまた、このコリオリ力により第1の検出電極24および第3の検出電極29に図8(b)に示すような電荷が発生するとともに、第2の検出電極25および第4の検出電極30に第1の検出電極24および第3の検出電極29と位相が180度ずれている図8(c)に示すような電荷が発生する。そして、図8

(b)に示す出力信号を電流増幅器51にて増幅するとともに、図8(c)に示す電荷を電流増幅器52にて増幅した後、差動増幅器53により電流増幅器51に電流増幅器52の出力信号を反転させて加算し、図8(d)に示す信号を出力する。バンドパスフィルタ54により音叉31aの共振周波数成分のみを抽出し、ノイズ成分を除去する。さらに、位相シフタ55により、図8(e)に示すように、バンドパスフィルタ54の出力信号を約90度、位相を遅らせて出力する。そして、この位相シフタ55の出力を同期検波器56に入力し、バンドパスフィルタ46の振動の周期で位相検波させるとともに、位相シフタ55の出力電圧の負電荷成分を正電圧に変換し、図8(f)に示すような出力信号を得る。そして、同期検波器56の出力電圧を平滑回路56aおよび、直流アンプ56bにより平滑化させるとともに、増幅し、図8(g)に示すような出力信号を得るのである。そして、直流アンプ56bの出力信号を角速度の信号として、相手側のコンピュータ(図示せず)等に入力し、角速度を検出するものである。

【0044】以下、本発明の一実施の形態における角速度センサの特性調整方法について、図面を参照しながら説明する。

【0045】図9は本発明の一実施の形態における角速度センサにおける特性調整方法を示す側面図、図10は同角速度センサにおける音叉をテープで研削する状態を示す斜視図、図11は同角速度センサにおける特性を調整する状態を示す波形図、図12は同角速度センサの電子部品におけるモニター回路におけるバンドパスフィルタおよび検出手段における位相シフタの出力信号を重ね合わせた図である。

【0046】角速度センサに角速度を付与しない状態において、第1の振動体21および第2の振動体26の重量のバランスが取れていない場合を考えると、モニター電極27からの出力信号が零のポイントにおいても、第1の振動体21および第2の振動体26が駆動方向と垂直に変位することとなり、第2の検出電極25および第4の検出電極30から、あたかも角速度により、コリオリ力が働いているかのような図11(a)に示すような検出信号を出力するとともに、第1の検出電極24および第3の検出電極29から、同様に、図11(b)に示すような検出信号を出力してしまう。

【0047】そこで、本発明の一実施の形態における角速度センサにおいては、まず、モニター回路44におけるバンドパスフィルタ46における位相シフタ55の信号をトリミング装置66に設けた比較器(図示せず)により比較する。

【0048】次に、図12に示すように、バンドパスフィルタ46からの出力信号が負電圧側から正電圧側に切り替わる零点において、位相シフタ55からの出力信号が負の値の場合には、音叉31aの第1の振動体21

における表面側に、図 10 に示すように、ダイヤモンドからなる研磨剤 67 を埋め込んだテープ 68 を基台 32 における逃がし部 32a に配設するとともに、第 1 の振動体 21 における稜線に当接させる。

【0049】このとき、逃がし部 32a にテープ 68 を配設することができるため、第 1 の振動体 21 における稜線に当接するテープ 68 に対して基台 32 が障害になるということがなくなり、これにより、適正な角度で、第 1 の振動体 21 における稜線にテープ 68 を当接させることができるという効果を有するものである。

【0050】次に、図 9 に示すように、テンションローラ 69 をテープ 68 に負荷させて、テンションローラ 69 による重量により、一定の力にて、テープ 68 を第 1 の振動体 21 における表面側に当接させる。その際、図 10 に示すように、テープ 68 を第 1 の振動体 21 の長手方向に対して約 7 度の斜めの角度に当接させることにより、第 1 の振動体 21 における接続部 31 側に大きな外力が加わるようにしている。

【0051】これにより、特性の調整中に第 1 の振動体 21 における接続部 31 側はほとんど撓まないため、第 1 の振動体 21 が研削する外力から逃げてしまうということがなくなり、その結果、第 1 の振動体 21 における稜線に確実に研削部 12 を設けることができるという効果を有するものである。

【0052】また、テープ 68 に過大な外力が加わった場合には、テープ 68 の持つ柔軟性により第 1 の振動体 21 あるいは第 2 の振動体 26 に加わる外力を吸収することが出来るため、第 1 の振動体 21 あるいは第 2 の振動体 26 に均一で安定した負荷をかけることができるとなり、その結果、負荷をかけている際に第 1 の振動体 21 が破損するということがなくなるという効果を有するものである。

【0053】また、第 1 の振動体 21 における稜線にテープ 68 を一定の力で押圧させながら撓動するように、テープ 68 にテンションローラ 69 を負荷させたため、瞬間的に第 1 の振動体 21 に過大な外力が負荷されることが無くなり、その結果、特性の調整中に第 1 の振動体 21 が破損することを防止することができるという効果を有するものである。

【0054】次に、駆動ローラ 70 を往復回転させて、音叉 31a に研削部 31b を形成することにより、音叉 31a における第 1 の振動体 21 と第 2 の振動体 26 の重量のバランスを取る。

【0055】次に、第 1 の駆動電極 22、第 2 の駆動電極 23 および第 3 の駆動電極 23 に駆動電圧を負荷して、モニター電極 27 からの出力信号が零のポイントにおいても、第 1 の振動体 21 および第 2 の振動体 26 が駆動方向と垂直に変位することとなり、その結果、第 1 の検出電極 24、第 2 の検出電極 25、第 3 の検出電極 29 および第 4 の検出電極 30 からの出力信号が略零で

ある $\pm 3 \text{ mV}$ になることを確認する。

【0056】最後に、テープ巻取りリール 71 を所定の量だけ回転させてテープ 68 を巻き取るとともに、テープ送り出しリール 72 を所定の量だけ回転させて、テープ 68 を送り出すことにより、テープ 68 における第 1 の振動体 21 あるいは第 2 の振動体 26 と当接する部分を新しい部分に変更する。

【0057】なお、本発明の一実施の形態における角速度センサにおける特性調整方法においては、バンドパスフィルタ 46 からの出力信号が負電圧側から正電圧側に切り替わる零点において、位相シフタ 55 からの出力信号が負の値の場合について、説明したが、正の値の場合には、同様に、音叉 31a の第 2 の振動体 26 における表面側の稜線を研削して、第 1 の振動体 21 および第 2 の振動体 26 の重量のバランスを調整するものである。

【0058】

【発明の効果】以上のように、本発明の角速度センサは、駆動電極と検出電極のいずれか一方、もしくは両方を設けた第 1 の振動体と、検出電極と駆動電極のいずれか一方、もしくは両方を設けた第 2 の振動体と、前記第 1 の振動体の一端部と前記第 2 の振動体の一端部とを接続する接続部とを備え、第 1 の振動体と第 2 の振動体のいずれか一方、もしくは両方の稜線に表面粗さが $2 \mu\text{m}$ 以下の研削部を設けたもので、この構成によれば、第 1 の振動体と第 2 の振動体との重量バランスを厳密に調整することが可能となったため、角速度センサに角速度が加わらない状態においては、第 1 の振動体および第 2 の振動体に駆動方向以外の外力が加わらないこととなり、その結果、正確な角速度を検出する角速度センサを提供することができるという効果を有するものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施の形態における角速度センサの分解斜視図

【図 2】同側断面図

【図 3】同要部である音叉を表側から見た斜視図

【図 4】同要部である音叉を裏側から見た斜視図

【図 5】同要部である回路基板のブロック図

【図 6】同動作状態を示す模式図

【図 7】同動作状態を示す模式図

【図 8】(a) ~ (g) 同動作状態を示す波形図

【図 9】同特性調整方法を示す側面図

【図 10】同要部である音叉をテープで研削する状態を示す斜視図

【図 11】(a) ~ (e) 同特性を調整する状態を示す波形図

【図 12】同要部であるモニター回路におけるバンドパスフィルタおよび検出手段における位相シフタの出力信号を重ね合わせた図

【図 13】従来の角速度センサにおける斜視図

【図14】同要部である振動体をリユータにより研削する状態を示す斜視図

【符号の説明】

21 第1の振動体

22, 23, 28 駆動電極

24, 25, 29, 30 検出電極

26 第2の振動体

* 31 接続部

31b 研削部

32 基台

32a 逃がし部

67 研磨材

68 テープ

* 69 テンションローラ

【図1】

【図2】

【図13】

21 第1の振動体

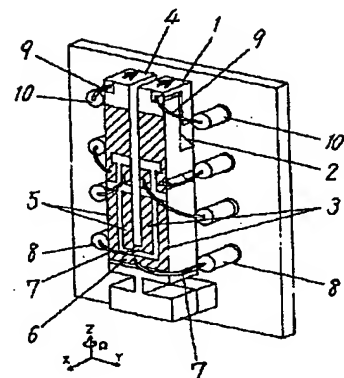
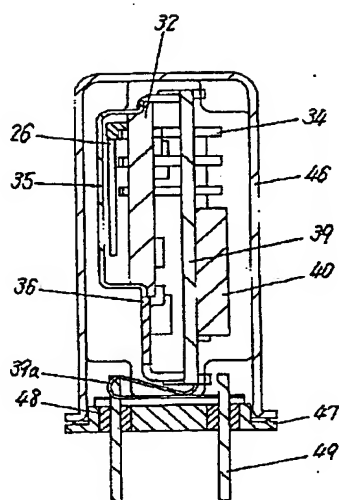
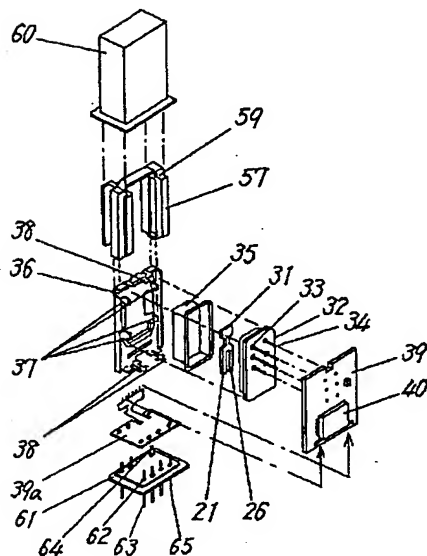
26 第2の振動体

31 接続部

32 基台

26 第2の振動体

32 基台



【図6】

【図5】

21 第1の振動体

26 第2の振動体

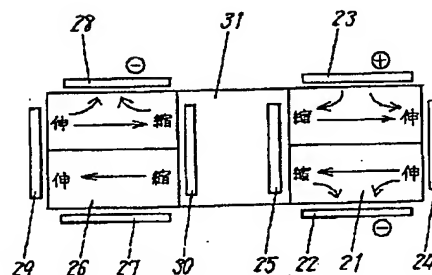
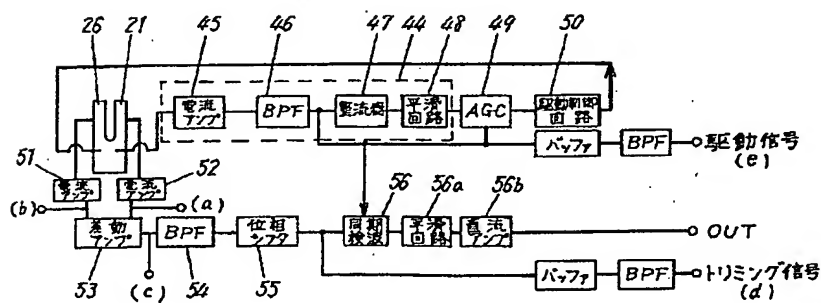
21 第1の振動体

22, 23, 28 駆動電極

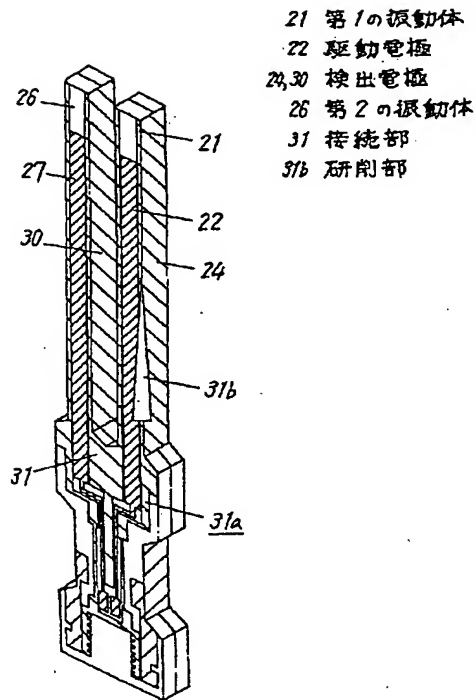
24, 25, 29, 30 検出電極

26 第2の振動体

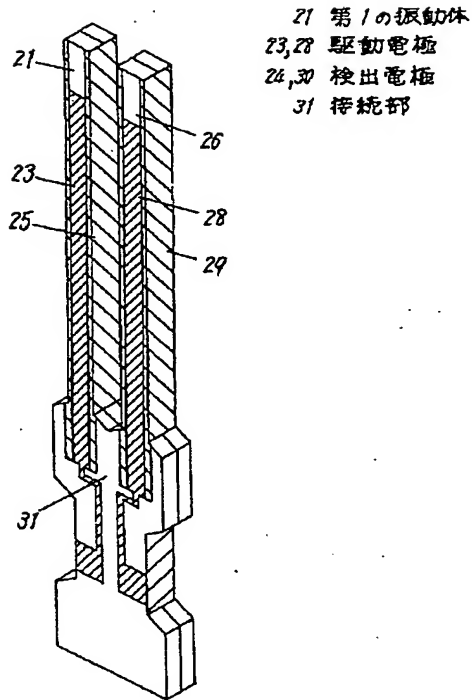
31 接続部



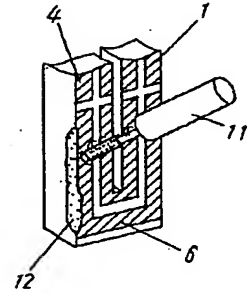
【図3】



【図4】

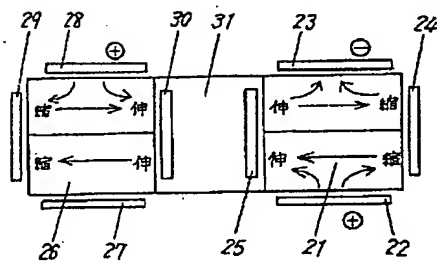


【図14】

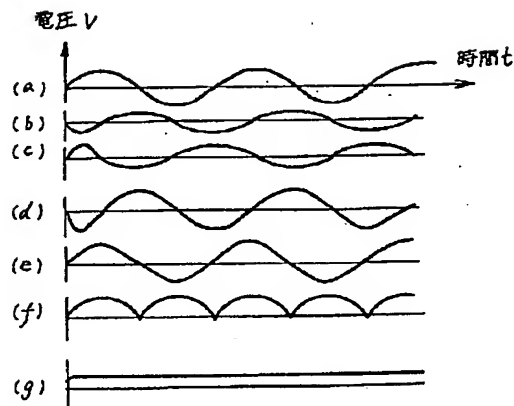


【図7】

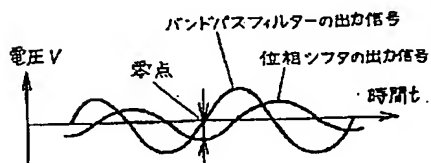
21 第1の振動体
22, 23, 28 駆動電極
24, 25, 29, 30 検出電極
31 接続部



【図8】

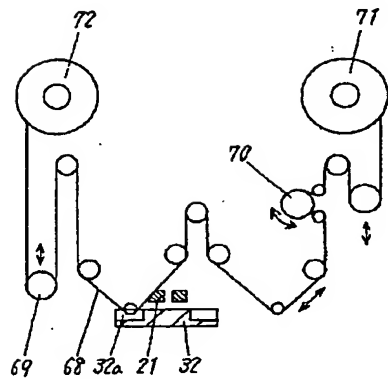


【図12】



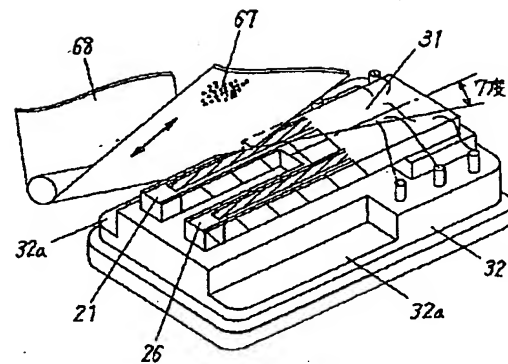
【図9】

32a 逃がし部
68 テープ
69 テンションローラ



【図10】

21 第1の振動体
26 第2の振動体
31 接続部
32 基台
32a 逃がし部
67 研磨材
68 テープ



【図11】

